



GRAND ANGLE

ALIMENTATION

Que mangerons-nous en 2050 ?

Dossier réalisé par
Kheira Bettayeb

Que mangerons-nous en 2050 ? Cette question sera au cœur d'un débat public organisé au Sénat avant la fin de l'année. À l'occasion d'auditions en vue de cet événement, les sénateurs ont identifié plusieurs tendances alimentaires majeures : la production locale, le bio, les viandes de culture, les algues, les insectes... Alors, mangerons-nous tous bio dans 30 ans ? Quid de la viande d'élevage, des insectes et de la viande de laboratoire... ? Quelques réponses à la lumière de récents travaux et de réflexions d'experts de l'Inserm et d'instituts partenaires.



© Inserm

Mathilde Touvier

épidémiologiste, directrice de l'Eren, Centre de recherche en épidémiologie et statistiques (Cress, unité 1153 Inserm)

Mieux manger demain

Gastronomie, plaisirs culinaires et convivialité : l'alimentation est un sujet très discuté en France. Avec 30 tonnes d'aliments et 50 000 litres de boissons consommés au cours d'une vie, elle représente aussi l'un des principaux facteurs modifiables qui influencent le risque de maladies chroniques. Vitamines, sucres, graisses, protéines, contaminants, additifs sont autant de composés susceptibles d'impacter – positivement ou négativement – notre santé. Pour certains, les effets sont bien démontrés, alors que d'autres sont actuellement au centre de passionnantes recherches. Nos systèmes alimentaires ont également un impact majeur sur l'environnement, et sur notre capacité à faire face aux défis mondiaux en matière de sécurité alimentaire.

Alors quelles pistes pour maximiser les bénéfices de notre alimentation

future sur notre santé et celle de la planète ? La clé réside certainement dans une combinaison de multiples stratégies de santé publique combinant l'information des consommateurs, de plus en plus critiques et exigeants (recommandations du Programme national nutrition santé, logo Nutri-Score, applications smartphone comme Open Food Facts*), mais également amélioration de l'offre alimentaire (reformulations, politiques de prix, régulation de la publicité...).

La recherche en nutrition a de beaux jours devant elle et compte sur une implication forte des citoyens. En participant aux grandes études épidémiologiques comme la web-cohorte NutriNet-Santé, ils jouent un rôle fondamental dans l'amélioration du contenu de nos assiettes et de celles des générations futures.

*Voir *Le magazine de l'Inserm* n°44, Opinions, « Peut-on laisser nos assiettes aux applis ? », p. 42-43

L'alimentation est un enjeu majeur de notre siècle. Facteur déterminant pour la santé des populations, elle peut contribuer à l'apparition de plusieurs maladies fréquentes dans les pays industrialisés : les cancers, les maladies cardiovasculaires (infarctus, AVC, hypertension...), respectivement première et deuxième cause de mortalité en France, avec plus de 168 000 et 140 000 décès par an selon l'agence Santé publique France ; l'obésité, qui touche 17 % des adultes français ; ou encore le diabète, qui concerne plus de 5 % de la population selon la Fédération française des diabétiques. « Avec le tabac et l'alcool, la nutrition est le principal facteur de risque modifiable de ces maladies », souligne **Mathilde Touvier**, directrice de l'Équipe de recherche en épidémiologie nutritionnelle (Eren) à Bobigny et Prix Recherche Inserm 2019, auditionnée au Sénat fin 2019 sur l'alimentation de demain.

Problème : nos systèmes alimentaires actuels pèchent par plusieurs aspects... Tout d'abord, ils sont à l'origine d'une pandémie d'obésité et de malnutrition – principalement dans les pays à revenu faible ou intermédiaire. Et pour cause : « En France, environ 30 % des adultes consomment trop de sucre, 63 % trop de charcuterie riche notamment en graisses

saturées, 79 % trop de sel... », soupire Mathilde Touvier. Plus globalement, selon l'Organisation des Nations unies (Onu), près de 50 % de l'humanité est mal nourrie : 2 milliards de personnes surconsomment

⬇ Le principal vecteur de la déforestation en Malaisie est la transformation de zones forestières en plantations de palmiers à huile au profit des industries agroalimentaires et cosmétiques.



© Richard Carey/Alfabe Stock

Mathilde Touvier : unité 1153 Inserm/INRAE/Cnam/Sorbonne Paris Nord

📄 *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, 12 novembre 2019, n° 29-30

📄 D'après l'Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban) de 2014-2015, conduite par Santé publique France

➔ Les pâtisseries industrielles, même allégées, contiennent beaucoup de sucre et des arômes artificiels.



©Bohannsky/Adobe Stock

des aliments riches en sucres et en graisses et 2 milliards sont sous-alimentés. Avec, dans les deux cas, de nombreux décès à la clé : selon une étude publiée en 2019 par 132 experts internationaux, chaque année 11 millions de décès dans le monde, soit un sur cinq, sont liés à une mauvaise alimentation. Quand, à titre comparatif, le tabagisme fait « seulement » environ 7 millions de morts par an, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

D'ici 2050, 10 milliards d'humains à nourrir...

Autre point d'inquiétude majeur : alors que l'humanité est confrontée à un changement climatique d'origine anthropique sans précédent et qu'elle tente de réduire son empreinte écologique pour y remédier, l'impact environnemental de notre alimentation est énorme. En effet, cultures et élevages favorisent la surconsommation d'eau (pour l'irrigation), la déforestation (pour augmenter la surface des terres agricoles), la pollution des sols et des eaux (via les pesticides et les engrais azotés), la dégradation des écosystèmes, ainsi que les rejets de gaz à effet de serre (CO₂, méthane...), qui contribuent au réchauffement climatique.

Selon un rapport publié en 2019 par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), à elle seule la production alimentaire est responsable d'environ 21 à 37 % de nos émissions totales de gaz à effet de serre, ce qui est « du même ordre de grandeur que le transport ou le logement », précise l'Agence de la transition écologique française (Ademe). Or à l'avenir la situation risque de se dégrader : selon l'Onu, du fait des prédictions

actuelles sur la croissance démographique, d'ici 2050 la Terre devra nourrir 10 milliards de personnes, soit 2 milliards de plus qu'aujourd'hui ; en conséquence, la production agricole pourrait s'intensifier... et impacter davantage l'environnement et le climat. Et ce n'est pas tout ! Les ressources en sols pour les cultures, en eau d'irrigation et en énergie n'étant pas infinies, cet accroissement de la population mondiale pourrait également menacer la sécurité alimentaire, à savoir la capacité à nourrir tout le monde suffisamment et correctement.

Si elles se poursuivent, « les tendances alimentaires actuelles, combinées à la croissance démographique, aggravent les risques pour les humains et la planète », confirmait un collectif de 37 experts de 16 pays, dans un rapport de 2019 co-réalisé par la revue médicale *The Lancet* et l'organisation non gouvernementale Fondation EAT. Pour Mathilde Touvier, cela ne fait pas l'ombre d'un doute : « Pour préserver la santé des populations et éviter de renoncer à protéger notre planète ou à nourrir tout le monde, nous n'aurons pas le choix : il nous faudra impérativement changer nos modes de production et nos habitudes alimentaires. »

De fait, ce n'est pas la première fois que l'humanité est amenée à modifier profondément son alimentation. « Depuis

son apparition, notre espèce a connu pas moins de quatre "transitions alimentaires" majeures », contextualise **David Val-Laillet**, directeur de recherche en neurosciences comportementales et nutrition dans l'unité Nutrition, métabolismes et

cancer à Rennes. La première de ces révolutions a eu lieu il y a plus de 500 000 ans avec la maîtrise du feu, qui a permis de cuire et de conserver les aliments. La deuxième, il y a environ 12 000 ans, avec le développement de l'agriculture et de l'élevage, qui ont diversifié notre alimentation. La troisième, vers 3 500 ans avant notre ère, après l'apparition des premières

cités-États et la division du travail entre agriculteurs, artisans et commerçants, ce qui a mené à distinguer les fonctions de production, de transformation et de vente alimentaires. Enfin la quatrième transition s'est produite au xx^e siècle, quand la révolution industrielle a favorisé la transformation industrielle des aliments et a conduit à notre modèle actuel, avec son lot d'aliments ultra-transformés (pizzas, plats surgelés...), gras et sucrés.

« Amorcée dès le début des années 2000, stimulée par la prise de conscience de la nécessité de mieux s'alimenter et de préserver l'environnement, la transition alimentaire vers laquelle nous nous dirigeons correspond donc à la cinquième », reprend

« Depuis son apparition, notre espèce a connu pas moins de quatre "transitions alimentaires" majeures »

David Val-Laillet : unité 1241 Inserm/Université de Rennes 1

↳ GBD 2017 Diet Collaborators. *The Lancet*, 3 avril 2019 ; doi : 10.1016/S0140-6736 (19) 30041-8

↳ Rapport spécial du Giec sur le changement climatique et les terres émergées, 8 août 2019 ; www.unenvironment.org

↳ W. Willett et al. *The Lancet*, 16 janvier 2019 ; doi : 10.1016/S0140-6736 (18) 31788-4

↳ Académie d'Agriculture de France, « Transition alimentaire : pour une politique nationale et européenne de l'alimentation durable orientée vers les consommateurs, les filières et les territoires », rapport du groupe de travail Transition alimentaire, filières et territoires, octobre 2019

David Val-Laillet. Pour faire converger les enjeux de santé et d'environnement, « le consensus scientifique actuel est d'aller vers une "alimentation durable", définie par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) comme une alimentation qui permet de nourrir correctement tous les êtres humains, sûre et nutritionnellement adéquate, respectueuse de l'environnement, acceptable culturellement, équitable et accessible économiquement », explique **Nicole Darmon**, ex-chercheuse Inserm et désormais directrice de recherche à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), à Montpellier.

Vers la cinquième transition alimentaire

Quels seront les impacts de cette nécessaire évolution sur nos assiettes ? Comment modifiera-t-elle leur composition ? Difficile, bien sûr, d'apporter une réponse définitive à cette question. Néanmoins, on peut formuler plusieurs scénarios possibles. Cela, en tenant compte de travaux récents sur ce sujet, mais aussi – et surtout – « des dernières recommandations nutritionnelles françaises divulguées en janvier 2019, qui visent à préserver notre santé mais aussi l'environnement », indique Mathilde Touvier. Et en considérant que « le fait que manger est aussi une affaire de culture, de pratiques sociales et de goût », ajoute **Marie Plessz**, sociologue chargée de



© Jackfray/Althea Stock

➔ Selon l'Unesco, les pratiques alimentaires liées à la culture renforcent l'inclusion sociale, le développement économique et le bien-être.

recherche INRAE au centre Maurice-Halbwachs à Paris.

Première hypothèse forte : contrairement à ce qu'ont pu imaginer certains auteurs

de science-fiction, il est peu probable que notre alimentation de 2050 se réduise à quelques « superaliments » ou gélules concentrées en nutriments (protéines, sucres, graisses, vitamines, minéraux). Et pour cause : « À l'inverse de ce que prône le concept de "nutritionnisme", manger ne se résume pas à ingérer une simple somme de nutriments qu'il serait possible de synthétiser en une gélule ou un aliment idéal : le plaisir de manger, de cuisiner et de prendre des repas conviviaux reste très important dans nos sociétés », explique Mathilde Touvier.

Par ailleurs, « il n'existe pas d'aliment miracle : une alimentation diversifiée et équilibrée, composée de tout (fruits, légumes, céréales, poisson...) mais en quantités

adaptées, est la meilleure solution pour un apport suffisant en tous les nutriments cruciaux et pour réduire le risque de maladies liées à la surnutrition », insiste **David Jacobi**, chef d'une équipe Inserm à l'Institut du thorax de Nantes.

« Les dernières recommandations nutritionnelles françaises de janvier 2019 visent à préserver notre santé mais aussi l'environnement »

adaptées, est la meilleure solution pour un apport suffisant en tous les nutriments cruciaux et pour réduire le risque de maladies liées à la surnutrition », insiste

David Jacobi, chef d'une équipe Inserm à l'Institut du thorax de Nantes. « Diversifier son alimentation permet également de diminuer la concentration totale ingérée de polluants environnementaux (polluants organiques persistants ou POP, rejetés par des procédés industriels ou d'incinération...) ; la nature et la concentration de ces polluants

variant selon les aliments », ajoute **Xavier Coumoul**, directeur d'une équipe Inserm à l'Université de Paris, laquelle a montré qu'en plus de favoriser les tumeurs, certains POP (dioxines, polychlorobiphényles

Nicole Darmon : Cirad/INRAE/Montpellier SupAgro/CIHEAM-IAMM, unité Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs (Moisa)

Marie Plessz : INRAE ; unité 8097 CNRS/ENS/EHESS/PSL

David Jacobi : unité 1087 Inserm/CNRS/Université de Nantes, Toxicité environnementale, cibles thérapeutiques, signalisation cellulaire et biomarqueurs, équipe Rythmes diurnes mitochondriaux et maladies métaboliques

Xavier Coumoul : unité 1124 Inserm/Université de Paris, équipe Signalisation en toxicologie de l'environnement et des médicaments (Metatox)



© Althea Stock

➔ Sachant qu'une alimentation variée est indispensable à la santé, il convient de conserver les bases de notre alimentation actuelle et de les adapter aux évolutions de notre société.

ou PCB) pourraient augmenter l'agressivité de certains cancers du sein. Bref, pour ces raisons, notre alimentation devrait rester diversifiée. Et donc conserver en partie ses bases actuelles !

En revanche, « *si nous adhérons aux dernières recommandations nutritionnelles françaises, nos assiettes devraient s'enrichir en certains végétaux, lesquels ne sont pas suffisamment consommés à ce jour* », fait remarquer Mathilde Touvier. Il s'agit ici des fruits et légumes, recommandés au moins cinq fois par jour, mais aussi – grande nouveauté – des légumineuses (pois chiches, lentilles, haricots secs...) à consommer au moins deux fois par semaine, des produits céréaliers complets à manger tous les jours et des fruits à coque non salés (noix, noisettes, amandes...) à raison d'une poignée quotidienne.

Selon la commission d'experts internationaux EAT-Lancet, au niveau mondial il faudrait « *un doublement de la consommation de noix, de fruits, de légumes et de légumineuses* » d'ici 2050. « *Ces aliments permettent un apport satisfaisant en fibres. Lesquelles favorisent le transit intestinal et contribuent au contrôle des taux de sucre et de cholestérol sanguins, et donc à la prévention de l'obésité et du diabète* », éclaire **Mélanie Deschasaux**, chargée de recherche dans l'équipe Eren à Bobigny.

Des assiettes plus végétalisées

Et ce n'est pas tout. De récentes études montrent que les végétaux présenteraient également d'autres atouts santé insoupçonnés jusque-là. Ainsi des travaux – en cours de publication – réalisés chez la souris par l'équipe de **Gilles Mithieux**, directeur de recherche Inserm à la tête de l'unité Nutrition, diabète et cerveau à Lyon, suggèrent qu'ils seraient également bénéfiques contre l'anxiété et la dépression. Une autre étude récente menée chez la souris par l'équipe de **Laurent Lagrost**, directeur de recherche Inserm à Dijon, indique quant à elle qu'un régime alimentaire riche en antioxydants polyphénoliques issus de fruits et de légumes pourrait donner une espérance de vie « normale » aux individus obèses. Cela, « *en améliorant la composition du tissu adipeux, en limitant la production de radicaux libres et l'infiltration de cellules immuno-inflammatoires. Lesquels sont à l'origine de l'inflammation chronique à bas bruit qui peut concourir*

Pas d'utilisation de produit chimique de synthèse

- + des abeilles, des coccinelles, des haies
- + des sols vivants
- + la fertilité de bien nourrir

= J'AI CHOISI LE BIO !

Le bio, bon pour (tout) le monde

© Agence Bio

L'Agence Bio, groupement d'intérêt public français, a pour mission de communiquer et d'informer sur l'agriculture biologique et ses produits.

à la survenue de pathologies souvent liées à l'obésité, potentiellement mortelles : maladies cardiovasculaires, diabète de type 2... », précise le chercheur. « *Toujours dans l'hypothèse où nous suivrions les dernières recommandations nutritionnelles, reprend Mathilde Touvier, nos assiettes*

du futur devraient aussi renfermer plus de fruits et légumes de saison et d'aliments de producteurs locaux, plus respectueux de l'environnement. » En effet, ces deux types d'aliments contribuent à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES). Cela en évitant, pour les premiers, les cultures hors saison en serres et, pour les seconds, le transport longue distance, deux sources importantes de GES.

« *Comme l'encouragent également nos dernières recommandations nutritionnelles, nous devrions aussi manger plus d'aliments bio, limitant très nettement l'usage de pesticides* », poursuit Mathilde Touvier. Selon l'Agence française pour le développement et la promotion de l'agriculture biologique (Agence Bio), entre 2015 et 2019 la part des Français qui ont mangé bio au moins une fois par semaine

Mélanie Deschasaux : unité 1153 Inserm/INRAE/Cnam/Sorbonne Paris Nord

Gilles Mithieux : unité 1213 Inserm/Université Claude-Bernard-Lyon 1

Laurent Lagrost : unité 1231 Inserm/Université de Bourgogne, Lipides, nutrition, cancer

M. Koual et al. *Environ Int.*, novembre 2019 ; doi : 10.1016/j.envint.2019.105028

GBD 2017 Diet Collaborators. *The Lancet*, 3 avril 2019 ; doi : 10.1016/S0140-6736(19)30041-8

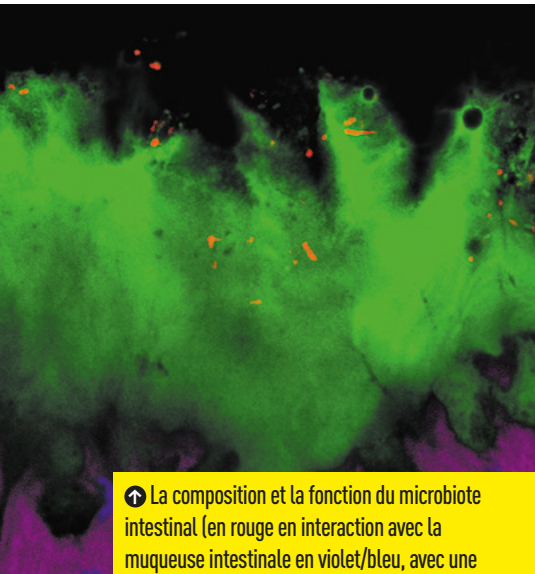
V. Aires et al. *Sci Rep.*, 24 juin 2019 ; doi : 10.1038/s41598-019-45600-6

Vers plus de compléments alimentaires ?

De fait, « *toutes les autorités sanitaires déconseillent la consommation de compléments alimentaires en automédication en population générale* », insiste Mathilde Touvier. Et pour cause : en général, « *une alimentation diversifiée suffit à apporter tous les nutriments nécessaires* », rappelle **Bénédicte Merle**, chargée de recherche Inserm au Bordeaux Population Health Research Center (BPH). Par ailleurs, certains compléments alimentaires sont potentiellement dangereux. Ainsi, des recherches ont montré que ceux à base de bêta-carotène augmentent le risque de cancer du poumon chez les fumeurs et ex-fumeurs. Cependant, selon les études Inca 2 et 3, le taux des adultes français supplémentés au moins une fois par an est passé

d'un sur cinq à un sur trois en 10 ans ; les raisons les plus souvent avancées ici étant la volonté de lutter contre la fatigue (potentiellement induite par certaines carences : vitamine C, fer...), de résoudre un trouble de santé donné et de rester en bonne santé. Concernant les seniors, plus à risque de dénutrition et donc de carences à cause de divers facteurs (perte d'appétit, altération du goût avec l'âge...), d'après des données – non encore publiées – de la cohorte Trois Cités, « *la part des Bordelais supplémentés a grimpé de moins de 1 % en 2002 à 14,7 % en 2010 puis à 27,4 % en 2017* », révèle **Catherine Féart-Couret** chargée de recherche au BPH. Or ici aussi, la supplémentation n'est pas la solution idéale...

Bénédicte Merle, Catherine Féart-Couret : unité 1219 Inserm/Université de Bordeaux, équipe Lifelong Exposure Health and Aging



⬆ La composition et la fonction du microbiote intestinal (en rouge en interaction avec la muqueuse intestinale en violet/bleu, avec une couche de mucus en vert) permettent de protéger contre certains troubles métaboliques, tels que le diabète ou l'obésité.

©2017 B. Chassaing, A. T. Gewirtz/Publi-Elsevier Inc./ACM Institute

est passée de 37 % à 47 %. Près de 45 % de ces consommateurs réguliers achètent le bio pour préserver l'environnement, et 59 % pour protéger leur santé. « *Le rôle du bio pour la santé n'est pas encore clairement établi. Mais de plus en plus de travaux montrent qu'il est associé à des bénéfices* », précise **Emmanuelle Kesse-Guyot**, directrice de recherche à l'Eren. Plusieurs études récentes co-signées par la chercheuse suggèrent une association entre alimentation bio et diminution du risque d'obésité ou de cancers. Cependant, elles n'apportent pas des preuves suffisantes pour pouvoir en tirer des conclusions fermes, et ces résultats devront être confirmés.

Manger 100 % bio dans trente ans ?

Mangerons-nous tous bio d'ici 2050 ? Le défi semble immense : d'après une étude européenne de 2017, cela impliquerait d'augmenter de 16 % à 33 % la part des terres cultivées dans le monde en 2050... ce qui accroîtrait de 8 % à 15 % la déforestation, nuisible pour le climat. Et pour cause, le bio produit entre 8 et 25 % moins que l'agriculture conventionnelle. Cependant, d'après la même étude citée précédemment, il reste toutefois possible de passer à une alimentation 100 % bio sans hausse de la superficie de terres agri-

coles et avec des rejets de gaz à effet de serre réduits... Les chercheurs ont modélisé les surfaces agricoles nécessaires pour produire, comme aujourd'hui, 2 700 calories par jour et par personne. Cela, en considérant diverses proportions d'agriculture biologique (0, 20, 40, 60, 80 ou 100 %) et différents niveaux d'impact du changement climatique sur les rendements (nul, moyen, élevé). Il est apparu que le scénario du 100 % bio est possible à deux conditions : si nous réduisons le gaspillage alimentaire – qui concerne actuellement 30 % de l'alimentation produite –, et si nous limitons la consommation de produits animaliers (viande, lait...) pour réduire la concurrence entre la production des aliments destinés aux humains et ceux destinés au bétail.

En France, pour tenter de déterminer si le bio peut devenir majoritaire dans notre pays, et identifier les leviers pour aller dans ce sens, INRAE a lancé, en janvier 2020, un grand projet : le métaprogramme Métabio, coordonné par **Françoise Médale**, directrice de recherche INRAE. Cette dernière en est convaincue : « *S'il y a une réelle volonté des responsables politiques et des grands producteurs agricoles d'aller vers le bio, il est tout à fait possible de voir en 2050 celui-ci dans toutes les assiettes françaises, ou du moins dans la majorité d'entre elles.* »

Si nous évoluons vers une alimentation durable, nos assiettes de demain devraient voir d'autres produits alimentaires disparaître, notamment les produits gras, sucrés, salés et les aliments ultra-transformés,

issus de l'industrie agroalimentaire (plats préparés, légumes cuisinés, sodas, barres chocolatées...). « *Déconseillés notamment parce qu'ils favorisent l'obésité, ces produits sont souvent notés D ou E par le récent système d'étiquetage nutritionnel Nutri-Score, développé par l'Eren et officialisé en France en 2017* », souligne Mathilde Touvier.

D'après une récente étude publiée par l'équipe de la chercheuse parisienne, une augmentation de 10 % de la proportion d'aliments ultra-transformés dans notre alimentation serait corrélée à une élévation d'environ 10 % du risque de cancer, tous types confondus, dans la cohorte NutriNet-Santé. Depuis, l'équipe a obtenu des résultats similaires pour le risque de maladies cardiovasculaires, de diabète et de mortalité. « *Ce type d'associations pourrait s'expliquer notamment par la présence, dans les produits ultra-transformés, d'additifs, ces substances ajoutées pour améliorer la saveur, la texture et/ou l'apparence des aliments* », explique Mathilde Touvier. C'est ce que suggère une étude réalisée chez la souris par le chercheur Inserm **Benoît Chassaing** et son équipe au sein de l'institut Cochin à Paris. Il est apparu ici que certains additifs, les agents émulsifiants, peuvent favoriser l'inflammation intestinale, l'obésité et le cancer colorectal. « *Les contaminants formés lors des procédés de transformation et les emballages au contact des aliments pourraient également jouer un rôle* », ajoute Mathilde Touvier.

Un autre aliment phare devrait se faire plus rare dans nos assiettes de demain : la viande rouge (bœuf, agneau, cheval...). Selon l'établissement national FranceAgriMer, la



©Eren/Inserm U1153

⬆ L'étude NutriNet-Santé est une étude de cohorte lancée en 2009 dont l'objectif est de mieux évaluer les relations entre la santé et la nutrition en visant la participation de 500 000 internautes.

Emmanuelle Kesse-Guyot : unité 1153 Inserm/INRAE/Cnam/Sorbonne Paris Nord

Françoise Médale : INRAE, département Physiologie animale et systèmes d'élevage (Phase)

Benoît Chassaing : unité 1016 Inserm/CNRS/Université de Paris, équipe Interactions microbiote/mucus dans les maladies inflammatoires chroniques

⬆ A. Mie *et al. Environ Health*, 27 octobre 2017 ; doi : 10.1186/s12940-017-0315-4

⬆ A. Muller *et al. Nat Commun.*, 14 novembre 2017 ; doi : 10.1038/s41467-017-01410-w

⬆ J. P. Reganold, J. M. Wachter. *Nat Plants*, 2 février 2016 ; doi : 10.1038/nplants.2015.22

⬆ T. Fiolet *et al. BMJ*, 14 février 2018 ; doi : 10.1136/bmj.k322

⬆ E. Viennois *et al. Cancer Res.*, 7 novembre 2016 ; doi : 10.1158/0008-5472.CAN-16-1359

consommation de ce produit est déjà passée de près de 69 kg par Français (carcasse comprise) en 1998 à environ 58 kg en 2018, soit une diminution de près de 16 % en 10 ans. Cette évolution s'explique notamment par « les discours environnementaux et de santé sur les viandes rouges », souligne FranceAgriMer. En effet, la production de viande rouge est l'une des activités agricoles les plus polluantes : d'après la FAO, l'élevage émet 14,5 % des gaz à effet de serre liés aux activités humaines, dont plus de 60 % sont dus à la production de bœuf.

La viande devrait se faire - encore - plus rare

Côté santé, plusieurs études suggèrent qu'une surconsommation de viande rouge (plus de 500 g par semaine) augmente le risque de maladies cardiovasculaires, de diabète et de cancer. Cela s'expliquerait notamment par la richesse de cette viande en « mauvaises graisses » (acides gras saturés) qui favorisent le surpoids et le mauvais cholestérol, et ainsi le diabète et les maladies cardiovasculaires (infarctus, AVC...), et en fer « héminique » (associé à l'hémoglobine du sang) qui, à forte dose, peut induire le cancer du côlon. Adopterons-nous tous pour autant, d'ici 2050, un régime végétarien, sans viande du

tout ? « L'évolution actuelle tend plutôt vers le régime flexitarien, essentiellement à base de protéines végétales mais qui autorise tout de même une consommation occasionnelle de viande, par exemple seulement une fois par semaine ou au restaurant », répond **François Mariotti**, professeur de nutrition à AgroParisTech. D'après une récente enquête co-réalisée par le chercheur, près de 21 % des Français ont réduit ou prévoient de réduire leur consommation de viande ; contre seulement 2,5 % qui l'ont l'arrêtée totalement. Cependant, soutient **Benjamin Allès**, chercheur au sein de l'équipe Eren, « selon certaines thèses en philosophie, à très long terme il n'est pas impossible de voir la viande disparaître complètement de nos assiettes si les générations futures comportent toujours plus de végétariens ou végétans (qui excluent la viande mais aussi tout autre produit d'origine animale : poisson, produits laitiers et œufs) ».

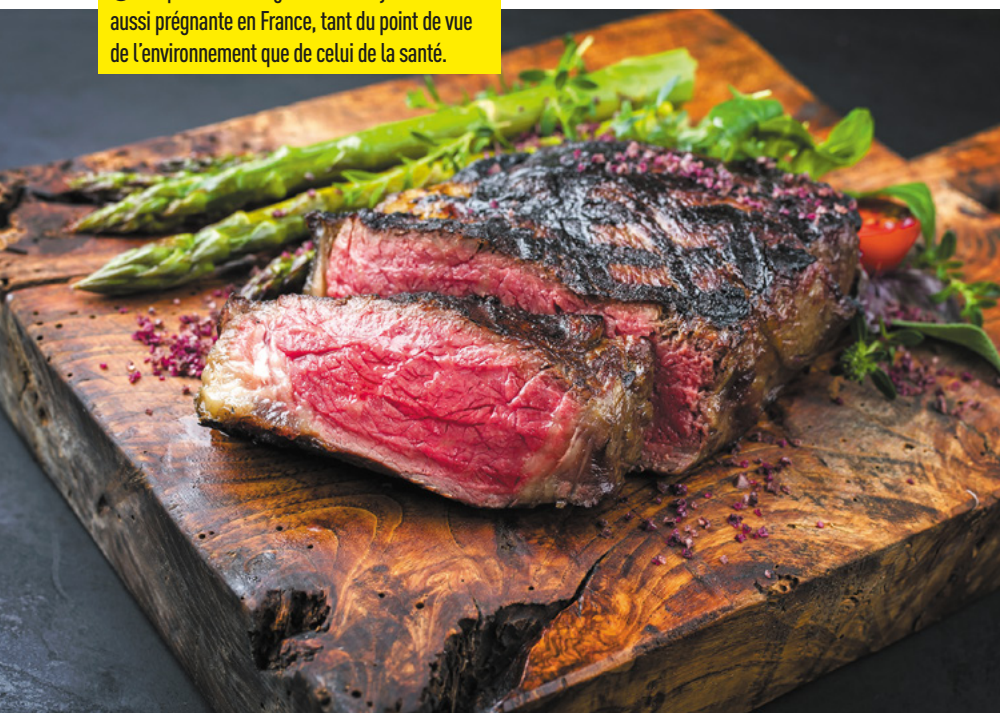
« L'évolution actuelle tend vers le régime flexitarien, essentiellement à base de protéines végétales mais qui autorise tout de même une consommation occasionnelle de viande »

Oui, mais « à moins d'aller tous vers un régime végétan – qui donc exclut aussi les produits laitiers –, il existera toujours des vaches laitières... qui finiront dans nos assiettes, sachant que pour des raisons économiques les agriculteurs devraient à terme vendre ces animaux à cette fin ! », contre-argumente **Jean-François Hocquette**, directeur de recherche INRAE à Clermont-Ferrand.

À l'heure actuelle : « Le régime végétan est assez radical, et sa généralisation comporterait des risques de carences, notamment en vitamine B12 – non fabriquée par les végétaux », explique François Mariotti. Qu'en sera-t-il des autres régimes d'éviction qui consistent à supprimer d'autres aliments ou

composés alimentaires, comme le sans-lactose et le sans-œuf, ou les très en vogue sans-gluten et sans-fodmaps ? Le gluten est un mélange de protéines présentes dans certaines céréales (blé, seigle, épeautre...) et leurs dérivés (farines, pâtes, biscuits...). Les « fodmaps » (de l'anglais *fermentable oligo-, di-, mono-saccharides and polyols*) sont des sucres peu absorbés par l'intestin, présents dans de nombreux aliments : fructose des fruits ou du miel, lactose du lait, fructanes et galacto-oligosaccharides du blé ou des oignons, et polyols comme les édulcorants sorbitol, mannitol ou maltitol. De fait, « ces régimes restrictifs peuvent être bénéfiques chez les personnes qui tolèrent mal les composés concernés. Lesquels peuvent induire une intolérance alimentaire (pour le gluten et le lactose), à l'origine de troubles digestifs (douleurs abdominales, diarrhées...) ; une allergie alimentaire ou une sensibilité rapportée (pour le gluten), qui se traduit aussi par des symptômes digestifs ; ou encore une

⬇ La question du végétarisme n'a jamais été aussi prégnante en France, tant du point de vue de l'environnement que de celui de la santé.



François Mariotti : AgroParisTech

Benjamin Allès : unité 1153 Inserm/INRAE/Cnam/Sorbonne Paris Nord, Centre de recherche en épidémiologie et statistiques (Cress)

Jean-François Hocquette : unité 1213 INRAE/Vetagro Sup

E. de Gavelle et al. *Appetite*, 1^{er} novembre 2019 ; doi : 10.1016/j.appet.2019.104345

aggravation du syndrome de l'intestin irritable, qui provoque douleurs abdominales, constipation ou diarrhée (pour le gluten et les fodmaps) », explique la chargée de recherche Inserm Mélanie Deschasaux.

Reste que ces troubles ne concernent qu'une partie de la population : selon l'Assurance maladie, en France les allergies alimentaires touchent 6 % des enfants, et environ 3 % des adultes ; l'intolérance au lactose, moins de 50 % des adultes ; l'intolérance au gluten, 0,7 à 2 % de la population.

Le sans-gluten ne deviendra pas la norme

Donc pour la plupart d'entre nous, le gluten, les fodmaps et autres aliments pointés par les régimes d'éviction ne sont pas dangereux pour la santé. « *Au contraire ! S'en passer peut induire des carences en plusieurs nutriments vitaux : vitamines, protéines, fibres... Sans compter que les produits industriels sans gluten sont souvent des aliments ultra-transformés, potentiellement nocifs pour la santé* », alerte **Nathalie Vergnolle**, directrice de recherche à l'Inserm, à la tête de l'Institut de recherche en santé digestive (IRSD) et Prix Recherche Inserm 2018. « *En l'absence de troubles avérés liés à l'un de ces composés ou aliments, il n'y a aucun intérêt à les supprimer* », assure la chercheuse.

« *Concernant spécifiquement le lait et les œufs, leur production, comparée à l'élevage destiné à la production de viande uniquement, pose moins de problèmes environnementaux. De plus, ils représentent des sources uniques de vitamines D et B12, et d'acides gras oméga 3 à longue chaîne, notamment pour les végétariens, qui ne peuvent pas accéder à ces éléments via la viande ou le poisson* », souligne Nicole Darmon. Ainsi est-il fort à parier que nos assiettes de 2050 contiendront toujours du lait, des œufs, du

Nathalie Vergnolle : unité 1220 Inserm/INRAE/Université Toulouse 3-Paul-Sabatier/Ecole nationale vétérinaire

Julie-Anne Nazare : unité 1060 Inserm/Université Claude-Bernard-Lyon 1/INRAE/Insa, Laboratoire de recherche en cardiovasculaire, métabolisme, diabétologie et nutrition

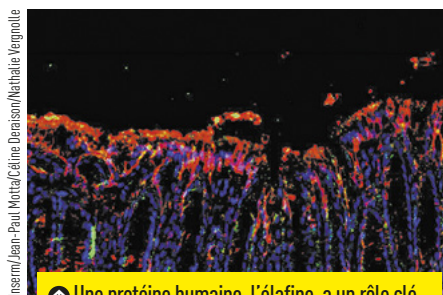
Sergueï Fetissov : unité 1073 Inserm/Université de Rouen

www.lamibiote.com

N. Tonnoune et al. *Transl Psychiatry*, 7 octobre 2014 ; doi : 10.1038/tp.2014.98

R. Legrand et al. *Int J Obes*, 7 janvier 2020 ; doi : 10.1038/s41366-019-0515-9

J.-P. Motta et al. *Sci Transl Med*, 31 octobre 2012 ; doi : 10.1126/scitranslmed.3004212



Une protéine humaine, l'élafine, a un rôle clé dans la protection contre la maladie cœliaque (ou intolérance au gluten). Ici, l'élafine (en vert) est libérée par la bactérie recombinante à la surface du colon d'une souris traitée (en rouge, les cellules épithéliales, en bleu, les noyaux cellulaires).

gluten et tous les autres produits alimentaires visés par des régimes d'éviction.

Outre s'enrichir en certains aliments actuels et s'appauvrir en d'autres, notre alimentation future pourrait connaître une autre évolution importante, plus discrète : s'étoffer en aliments « fonctionnels », optimisés pour contenir, au-delà de leurs nutriments, des ingrédients susceptibles d'améliorer la santé. Beaucoup de ces produits devraient cibler le microbiote intestinal (ou « flore intestinale »), cet ensemble de 100 000 milliards de bactéries qui peuplent naturellement nos intestins. « *Ces dernières années, il est apparu qu'une faible biodiversité du microbiote intestinal est liée à la survenue de diverses maladies : inflammations chroniques de l'intestin (maladie de Crohn, rectocolite hémorragique), obésité, diabète de type 2, maladies cardiovasculaires, dépression...* », souligne Nathalie Vergnolle.

De nouveaux alliés pour notre flore intestinale

Pour garder un microbiote varié et sain, la meilleure solution reste de manger suffisamment de fibres alimentaires dites insolubles (inuline...), contenues dans les fruits et légumes : ces prébiotiques nourrissent les bactéries intestinales et stimulent ainsi leur diversification. Cependant, d'après l'étude NutriNet-Santé, seuls 17 % des Français atteignent les doses recommandées en fibres (25 grammes par jour). D'où l'idée de développer des aliments plus riches en ces composés.

Exemple d'innovation récente : la baguette Amibiote®, arrivée en fin 2019. « *Fruit de trois ans de recherches menées par INRAE, le Centre de recherche en nutrition humaine*

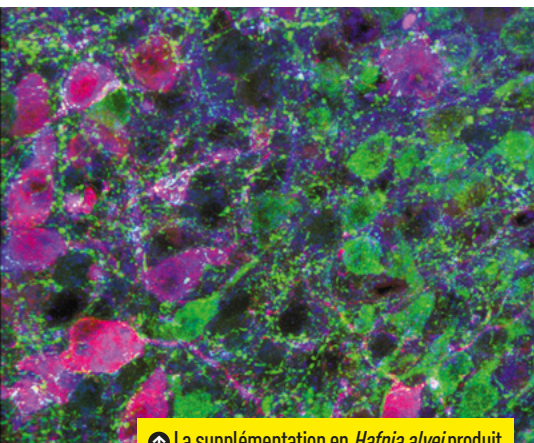
(CRNH) Rhône-Alpes et le fabricant de produits de boulangerie Bridor, cette baguette allie sept fibres végétales sélectionnées pour leur diversité et leur effet sur le microbiote intestinal : son d'avoine, son de blé micronisé, pectine, dextrine de blé, gomme de caroube, flocons d'avoine et inuline », détaille **Julie-Anne Nazare**, directrice du CRNH Rhône-Alpes. Une étude clinique chez 40 volontaires – en cours de publication – a montré que l'Amibiote® permet de moduler la composition du microbiote, de diminuer le taux de « mauvais » cholestérol (LDL) et d'améliorer l'insulino-sensibilité, un facteur de risque de diabète de type 2.

Nos assiettes de demain pourraient aussi comprendre de nouveaux « probiotiques », ces bactéries utiles pour la flore intestinale qui, incorporées dans des yaourts ou des céréales, peuvent apporter certains bénéfices santé. Parmi les candidats possibles ici : la souche *Hafnia Alvei* HA4597 destinée à diminuer l'appétit des personnes en surpoids, sélectionnée par la société biotech Targedys* grâce à des études menées par l'équipe de **Sergueï Fetissov**, à l'unité Inserm Nutrition, inflammation et dysfonction de l'axe intestin-cerveau à Rouen. Ou des bactéries modifiées génétiquement, pour produire de l'élafine par exemple, pour soulager les inflammations intestinales chroniques, issues de travaux réalisés par l'équipe de Nathalie Vergnolle, et qui seront développées par la société Subliome.

* Voir S&S n° 32, Entreprendre, « Troubles alimentaires. Des bactéries pour réguler l'appétit », p. 40-41

L'Amibiote®, fruit de plusieurs années de recherche, contient des fibres végétales rigoureusement sélectionnées pour leurs effets bénéfiques sur le microbiote.





⬆ La supplémentation en *Hafnia alvei* produit des neurones anorexigènes (ici en rouge), qui coupent l'appétit, au détriment des protéines orexigènes (ici en vert), qui le stimulent.

© Sergej Fetissav/ UI 073

Les produits à base de prébiotiques et de probiotiques vont-ils se généraliser dans nos assiettes d'ici 2050 ? « Non. Ils resteront réservés aux microbiotes altérés (par une mauvaise alimentation, une maladie...) », tempère **Matteo Serino**, chargé de recherche Inserm à l'IRSD de Toulouse. D'autant que, comme le suggère une étude israélienne, tout le monde ne répond pas forcément à un probiotique donné, le microbiote variant selon les personnes. Concernant les prébiotiques, une étude publiée en 2018 par l'équipe de Benoît Chassaing suggère qu'il vaut mieux éviter les fibres solubles purifiées, vendues en compléments alimentaires, car elles pourraient favoriser le cancer du foie.

Matteo Serino : unité 1220 Inserm/INRAE/Université Toulouse III-Paul Sabatier/École nationale vétérinaire

Jean-François Landrier : unité 1062 Inserm/INRAE/Aix-Marseille Université, équipe MicrNutrition humaine

Michel Neunlist : unité 1235 Inserm/Université de Nantes

Marie-Caroline Michalski : unité 1060 Inserm/Université Claude-Bernard-Lyon 1/INRAE/Insa, équipe Diet and Food matrix in Obesity and metabolic diseases : role of Intestinal tract and innovative Therapeutics (DO-IT)

Delphine Ley : unité 1286 Inserm/Université de Lille/CHRU Lille

⬆ N. Zmora *et al. Cell*, 6 septembre 2018 ; doi : 10.1016/j.cell.2018.08.041

⬆ V. Singh *et al. Cell*, 18 octobre 2018 ; doi : 10.1016/j.cell.2018.09.004

⬆ S. Fenni *et al. Mol Nutr Food Res*, 7 avril 2017 ; doi : 10.1002/mnfr.201601083

⬆ C. Vors *et al. Gut*, 12 juin 2019 ; doi : 10.1136/gutjnl-2018-318155

⬆ D. Val-Laillet *et al. FASEB J.*, 6 février 2017 ; doi : 10.1096/fj.201601015R

⬆ D. Ley *et al. D Sci Rep.*, 2 décembre 2019 ; doi : 10.1038/s41598-019-54308-6

Mais il n'y a pas que les produits améliorés pour le microbiote ! D'autres produits optimisés en tous genres sont à l'étude dans plusieurs laboratoires. Ainsi à Marseille, au Centre de recherche en cardiovasculaire et nutrition, **Jean-François Landrier**, directeur de recherche INRAE, espère développer des tomates ou divers produits pour le petit déjeuner (compotes, jus de fruits...) enrichis en composés présents normalement en petite quantité dans nos aliments : les micronutriments lipidiques (vitamines A, caroténoïdes...). « Selon plusieurs études, dont une publiée par mon groupe en 2017, ces composés sont associés à une diminution du risque de nombreuses maladies : obésité, diabète de type 2... », explique-t-il.

À Rennes et Nantes, les équipes de David Val-Laillet et de **Michel Neunlist**, directeur de l'unité Le système nerveux entérique dans les maladies de l'intestin et du cerveau, vont se lancer, en septembre 2020, avec d'autres partenaires industriels et publics, dans le développement de produits laitiers fermentés « fonctionnalisés » pour diminuer les maladies inflammatoires et neuro-dégénératives (projet Prolific). « Consistant en la transformation des glucides (sucres) des aliments en acide lactique par des bactéries ou des levures, la fermentation est réputée produire des aliments bénéfiques pour nos intestins et notre cerveau ; or ces bienfaits pourraient prévenir les maladies inflammatoires et neurodégénératives », éclaire Michel Neunlist.

⬇ La recherche contribue à une meilleure connaissance et à une maîtrise accrue des propriétés des lipides polaires dans les aliments, notamment dans le babeurre.



© Adobe Stock

À Lyon, au Laboratoire de recherche en cardiovasculaire, métabolisme, diabétologie et nutrition, **Marie-Caroline Michalski**, directrice de recherche INRAE, parie de son côté sur des produits laitiers optimisés avec du babeurre, un produit issu de la fabrication du beurre, qui pourrait servir d'émulsifiant (agent de texture) plus sain. « Lors d'un projet baptisé Valobab, nous avons montré que ce composé pourrait réduire significativement le risque cardiovasculaire chez les personnes à risque » indique la chercheuse.

L'alimentation des bébés également concernée

La tendance à l'optimisation des aliments concerne aussi la nutrition des tout-petits ! L'enjeu est énorme : « L'alimentation des 1 000 premiers jours après la conception semble déterminante pour la santé immédiate et future de l'enfant », souligne **Delphine Ley**, pédiatre et chercheuse à l'Institut de recherche translationnelle sur l'inflammation à Lille. Ainsi chez le miniporc, un mammifère omnivore dont l'anatomie et la physiologie digestives sont très proches de celles de l'Homme, David Val-Laillet et ses collègues ont observé qu'une alimentation maternelle déséquilibrée pendant la gestation et l'allaitement peut avoir, chez la descendance, des conséquences sur plusieurs paramètres susceptibles de favoriser des troubles cognitifs, métaboliques et alimentaires : altération de la composition du microbiote intestinal, anomalies cérébrales...

Chez la souris, l'équipe de Delphine Ley a montré qu'une dénutrition pendant les premières semaines de vie est associée à un surrisque d'inflammations intestinales chroniques à l'âge adulte. Dans l'espoir d'identifier des solutions pour optimiser l'alimentation des femmes enceintes et celle de leurs futurs enfants, la chercheuse souhaite étudier, dès septembre 2020, une cohorte de 350 couples mère-enfant. Lesquels seront recrutés lors du troisième trimestre de grossesse et suivis jusqu'au cinquième anniversaire de l'enfant. À Rennes et Nantes, des équipes du CRNH Ouest se focalisent quant à elles sur le lait maternel. « Depuis l'été 2019, avec la société Valorex nous tentons de déterminer des leviers pour augmenter la teneur de cet aliment en acides gras oméga 3, indispensables au développement cérébral. Notre hypothèse est qu'il devrait être possible d'accroître cette teneur en faisant consommer à la mère des produits issus d'un mode de production qui améliore leur concentration

en omégas 3, notamment des viandes ou des œufs dérivant d'animaux nourris avec des graines de lin, très riches en ces acides gras », développe **Clair-Yves Boquien**, directeur du CRNH Ouest.

Cependant les changements alimentaires les plus spectaculaires attendus d'ici 2050 touchent aux *novel foods* (les nouveaux aliments), définis dans le règlement européen CE n° 258/97 comme des aliments ou ingrédients alimentaires non consommés dans la Communauté européenne avant 1997, issus de traditions ou de cultures alimentaires d'autres pays ou de la recherche scientifique et technologique. Deux, déjà beaucoup consommés dans d'autres régions du globe, semblent prometteurs : les insectes et les micro-algues.

Les insectes et les algues : nouvelles sources de protéines ?

« Couramment ingérés par 2 milliards d'individus en Afrique, en Asie du Sud-Est et en Amérique du Sud, et regroupant pas moins de 1 900 espèces comestibles (grillons, sauterelles, mouches soldat noires, vers de farine...), les insectes sont très riches en protéines. Lesquelles présentent une qualité semblable à celles de la viande, car constituées de tous les acides aminés essentiels à la fabrication de nos propres protéines », s'enthousiasme **Patrick Borel**, directeur de recherche INRAE à l'université Aix-Marseille. Selon la FAO, les criquets chapulines (*Sphenarium purpurascens*), considérés comme un délice au Mexique, contiennent jusqu'à 48 g de protéines pour 100 g de poids corporel, contre 28 g/100 g chez le bœuf.

Lors d'une étude – non encore publiée – sur des larves de mouches soldat noires (*Hermetia illucens*), l'équipe de Patrick Borel, dont les recherches se focalisent notamment sur les vitamines, a montré qu'il est même possible d'enrichir ces animaux en certains

Clair-Yves Boquien : Centre de recherche en nutrition humaine (CRNH) Ouest

Patrick Borel : unité 1263 Inserm/INRAE/Aix-Marseille Université, Centre de recherche en cardiovasculaire et nutrition, équipe MicroNutrition humaine

Pierre Colas : unité 8227 CNRS/Sorbonne Université



↑ Larves de *Hermetia illucens* ayant été élevées sur des citrouilles, légume riche en provitamine A. La coloration jaune-orangée traduit la bio-accumulation de provitamine A (alpha et bêta-carotène).

composés alimentaires, en l'occurrence la vitamine A. Cela en les faisant se développer sur des déchets végétaux renfermant ces éléments, des épluchures de carottes ou de courges par exemple. De quoi valoriser ces détritiques tout en luttant contre certaines carences alimentaires ! « L'élevage d'insectes est aussi moins polluant que l'élevage d'animaux de rente en matière de gaz à effet de serre émis, et de quantité d'aliments, d'eau et de surface nécessaires », poursuit Patrick Borel.

« Les insectes sont très riches en protéines. Lesquelles présentent une qualité semblable à celles de la viande »

Toujours selon la FAO, la production d'un kilogramme d'insectes émet jusqu'à 100 fois moins de GES que celle d'un kilo de viande de porc ou de bœuf.

Pour ce qui est des micro-algues – à ne pas confondre avec les macro-algues, comme la nori qui enrobe les makis des restaurants japonais –, il s'agit d'organismes microscopiques formés d'une seule cellule, qui vivent en suspension dans les océans et les eaux douces. Sur les centaines de milliers d'espèces existantes, seules trois sont actuellement autorisées en Europe : la spiruline (*Spirulina sp.*), la chlorelle (*Chlorella sp.*) et l'ondontella (*Odontella aurita*). « Ingérées couramment depuis des milliers d'années dans plusieurs pays (Chine, Niger...), les

micro-algues sont exceptionnellement riches en protéines. Celles-ci représentent jusqu'à... 70 % du poids sec de la spiruline ! », souligne **Pierre Colas**, chargé de recherche Inserm à la station biologique de Roscoff.

Côté environnement, « les micro-algues croissent rapidement et présentent de ce fait des rendements potentiels à l'hectare près de 10 fois supérieurs à ceux des végétaux terrestres cultivés. Par ailleurs, elles n'empiètent pas sur les terres agricoles. Enfin, comme elles consomment du CO₂ (via le processus de photosynthèse), elles peuvent capturer celui-ci si elles sont cultivées près de pôles industriels, et ainsi contribuer à lutter contre le réchauffement climatique », poursuit le biologiste breton. Les micro-algues et insectes seront-ils pour autant les stars de nos assiettes en 2050 ?



➔ Récolte de spiruline par des femmes sur les rives du lac Tchad où elle est consommée depuis des siècles et reconnue pour ses propriétés nutritives



👉 La BD *Manger vers le futur* explore en 30 épisodes l'évolution possible de nos modes alimentaires pour répondre aux grands enjeux de durabilité. Elle est disponible sur : <https://mangerverslefutur.org>

« Cela semble peu probable, à cause de freins législatifs, techniques et culturels », estime **Pauline Martineau**, chargée de mission à la chaire Anca d'AgroParisTech, qui a conçu le projet de BD numérique *Manger vers le futur*. Concernant les insectes, « pour l'instant ils sont interdits à la consommation humaine en Europe ; ils doivent être évalués par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (Efsa) », observe **Marine Friant-Perrot**, juriste à l'université de Nantes. Quant aux algues, « il faudra encore beaucoup d'efforts de développement pour arriver à les intégrer dans des recettes appétissantes à les produire à grande échelle », souligne Pierre Colas. Mais surtout, « manger étant aussi une question de goût et de pratiques culinaires, il n'est pas du tout certain que les Français acceptent

massivement de consommer des algues ou des animaux qui grouillent ou rampent », fait remarquer la sociologue de l'alimentation Marie Plessz. Lors de récents travaux réalisés auprès de 37 étudiants, l'équipe de **Céline Gallen**, chercheuse en marketing à l'université de Nantes, a conclu à une réelle « difficulté à catégoriser les insectes comme comestibles ». « Ces produits seront peut-être mieux acceptés s'ils sont incorporés dans des aliments plus familiers : steaks végétaux, biscuits, pâtes... Ou s'ils sont ingérés par les animaux... que nous mangerons ! », nuance Marie Plessz.

La viande in vitro : une alternative ?

Un autre *novel food*, issu lui de la recherche scientifique, pourrait également s'immiscer dans nos assiettes de demain : la viande de laboratoire ou in vitro. « À ne pas confondre avec le "steak végétal" (à base de légumineuses et de céréales), cette viande dérive de cellules souches prélevées chez des animaux d'élevage (porcs, bovins, poulets) et cultivées en laboratoire. Elle consiste en un amas de cellules musculaires qui imitent la viande hachée », explique Jean-François Hocquette, co-auteur d'une toute récente revue scientifique sur ce sujet. Selon l'association Agriculture cellulaire France, la viande in vitro présente « un potentiel intéressant » pour le bien-être animal et l'environnement. Par ailleurs, depuis le premier steak de laboratoire créé en 2013 par l'équipe néerlandaise de Mark Post à l'université de Maastricht,

une trentaine de start-up se sont lancées sur ce marché émergent, dont au moins deux en France. Cependant pour Jean-François Hocquette, « la commercialisation à large échelle de cette viande de synthèse est peu probable d'ici 2050. » Lors d'une enquête co-réalisée par le chercheur auprès de 1 887 consommateurs avertis dans le monde, seuls 5 à 11 % des sondés étaient prêts à en manger régulièrement... « Comme les Français ont tendance à se méfier des innovations technologiques, considérées souvent à risque pour la santé, la viande in vitro pourrait même être plus rejetée que les insectes et les micro-algues, eux naturels », estime Marine Friant-Perrot.

Ainsi d'ici 2050 nos assiettes ne devraient pas changer du tout au tout. Dans les grandes lignes, elles devraient ressembler beaucoup à celles d'aujourd'hui. « Avec cependant deux grands types de changements majeurs, subtils mais cruciaux, insiste Mathilde Touvier : moins de gaspillage, d'aliments ultra-transformés et de viande ; et plus de végétaux et de produits de meilleure qualité nutritionnelle (Nutri-Scores A ou B). » Ces évolutions seront primordiales pour aller vers une alimentation suffisante pour tous, plus saine, plus équilibrée et moins polluante. ■

Pour en savoir plus

Exposition « Code alimentation », jusqu'au 6 septembre 2020

Quai des savoirs, Toulouse

Voir Bloc-Notes « Expo. Code alimentation. Explorons l'alimentation du futur », p. 46

👉 Le professeur Mark Post présente à Londres en 2013 le premier hamburger contenant de la viande in vitro. Si ce nouveau type d'aliment est prometteur, reste à lever les réticences socioculturelles des consommateurs.



Pauline Martineau : chaire Anca (Aliment, nutrition, comportement alimentaire), AgroParis Tech

Marine Friant-Perrot : unité 6297 CNRS/Université de Nantes, Droit et changement social

Céline Gallen : université de Nantes, Laboratoire d'économie et de management de Nantes-Atlantique (Lemna)

📄 C. Gallen et al. *Recherche et Applications en Marketing*, 25 juin 2018 ; doi : 10.1177/0767370118782449

📄 S. Chriki, J.-F. Hocquette. *Front Nutr.*, 7 février 2020 ; doi : 10.3389/fnut.2020.00007

📄 A. Hocquette et al. *J Intégr Agric.*, février 2015 ; doi : 10.1016/S2095-3119 (14) 60886-8